



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

## PROGRAMA DE INNOVACIÓN DOCENTE

### CONVOCATORIA DE AYUDAS 2011

#### MEMORIA JUSTIFICATIVA

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Ambientalización curricular de asignaturas de Química en titulaciones de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Química verde, experimentos a microescala.

**REFERENCIA:** ID11/142

#### MIEMBROS DEL EQUIPO DE TRABAJO

**Coordinador del proyecto:** Myriam Bustamante Rangel

**Otros participantes:** María Esther Fernández Laespada

Carmelo García Pinto

**Departamento:** Química Analítica, Nutrición y Bromatología

**Área de Conocimiento:** Química Analítica

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

El Proyecto de innovación docente ha continuado con la línea de Ambientalización Curricular de asignaturas de Química iniciada en convocatorias anteriores. Las titulaciones implicadas han sido Grado en Ingeniería Civil, en la asignatura “Química de Materiales” y Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía, en la asignatura “Química”, ambas impartidas en la Escuela Politécnica Superior de Ávila, y Grado en Ciencias Ambientales, impartido en la Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, en la asignatura “Química”.

En este sentido, se ha mantenido la incorporación de contenidos de sostenibilidad en las asignaturas para fomentar un cambio de actitudes en los futuros profesionales, de manera que comprendan cómo su trabajo interactúa local y globalmente con la sociedad y el medio ambiente.

Además se ha tratado de fomentar la participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, proponiéndoles la búsqueda en medios de comunicación, Internet, bibliografía..., de situaciones concretas en las que la química está implicada en la consecución de un desarrollo sostenible. El resultado de estas actividades se ha reflejado en forma de carteles elaborados por los alumnos que se han expuesto en la Escuela Politécnica Superior de Ávila.

Otro aspecto abordado en el Proyecto ha sido la incorporación de una aproximación a la Química Verde, concretamente con el uso de Química a Microescala, que aporta las ventajas de reducción en el uso de productos químicos, en la generación de residuos, en los costes, en el tiempo empleado en la realización de experimentos, así como un aumento de la seguridad en el laboratorio químico.

## **MEMORIA DEL PROYECTO**

### **Introducción**

La Universidad de Salamanca forma parte del grupo de universidades españolas que impulsaron la creación de un grupo de trabajo y, posteriormente, de la comisión sectorial de la CRUE para la Calidad ambiental, el Desarrollo sostenible y la Prevención de riesgos en las universidades, que fomenta la formación para la sostenibilidad como un eje vertebrador de la adaptación de la formación universitaria al EEES.

Este proyecto se presentó con el objetivo de incorporar la sostenibilidad como un valor transversal en la formación de asignaturas de Química y de divulgar este planteamiento dentro de la comunidad universitaria. Además se ha incluido una aproximación a la Química Verde con el planteamiento de experiencias a Microescala, lo que promueve un comportamiento ambiental más sostenible, ya que se reduce de forma importante la cantidad de residuos generados, lo que contribuye a ventajas tanto de tipo económico como medioambiental.

### **Objetivos**

Los objetivos que se plantearon en este Proyecto fueron:

Por una parte se buscaba promover la implicación de los alumnos en su proceso de enseñanza aprendizaje, suscitando la participación activa de los alumnos con la utilización de la “Química a Microescala”, lo que además estimula la motivación por estar contribuyendo a un modelo de desarrollo sostenible.

Además se pretendía fomentar la participación de los alumnos en la divulgación de los conocimientos adquiridos y sus propias reflexiones fuera del aula, mediante la exposición de carteles en el Centro.

### **Descripción de la experiencia**

Se han utilizado materiales adaptados a esta modalidad de aprendizaje que empezaron a desarrollarse en proyectos de innovación docente concedidos en anteriores convocatorias (ID9/025 e ID10/149), incluyendo colecciones de problemas de química y guiones de prácticas de laboratorio ambientalizados.

Las actividades desarrolladas han sido:

- Realización de experiencias prácticas sencillas y con cantidades reducidas de reactivos (Química a Microescala). Estas experiencias se han desarrollado tanto en el aula, permitiendo a los alumnos comprobar experimentalmente los conocimientos que

se están explicando, como en el laboratorio, consiguiendo que los alumnos adquieran mayor destreza en el manejo de materiales y productos y promoviendo un comportamiento sostenible. Las prácticas se han desarrollado de acuerdo con el programa de las distintas asignaturas, y se han incluido experiencias como visualización de reacciones químicas, valoraciones a microescala, electrólisis del agua y de algunas sales y reacciones redox en un aula virtual.

- Adopción de un enfoque sostenible al comienzo de varios de los temas estudiados para situar a los estudiantes frente problemas ambientales para los que los conocimientos y el uso ético de la química puede contribuir a aportar soluciones. Igualmente, en el desarrollo de las prácticas de laboratorio también se ha tratado de dar una visión sobre los aspectos medioambientales y sostenibles relacionados con cada una de las prácticas realizadas.
- Planteamiento de problemas socioambientales por parte de los alumnos, que han sido estudiados mediante búsqueda bibliográfica y discutidos por los alumnos en grupos. Mediante esta actividad se han fomentado el trabajo en equipo, la profundización en el conocimiento, la formación integral de los alumnos y el desarrollo de habilidades de observación y reflexión sobre actitudes y valores.
- Elaboración de carteles incluyendo los contenidos abordados en el estudio bibliográfico de los distintos temas propuestos por los alumnos. Esta actividad ha supuesto una forma alternativa de aprendizaje y una nueva forma de presentación de conocimientos de forma conjunta y visual, en un contexto amplio como es la problemática ambiental.

## **Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos del Proyecto han sido satisfactorios.

- Se ha continuado con la ambientalización curricular de varias asignaturas de química en las titulaciones de Grado en Ingeniería Civil, Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía y Grado en Ciencias Ambientales.
- Se ha conseguido una elevada participación de los alumnos en las actividades propuestas, han resuelto los problemas planteados, han realizado las tareas y prácticas propuestas y han elaborado los carteles solicitados.
- La inclusión de temáticas ambientalizadas ha conseguido una mayor motivación de los alumnos hacia el estudio de la química, entendiendo y contextualizando algunos conceptos importantes de esta materia.

- La exposición pública de los carteles elaborados por los alumnos ha resultado satisfactoria para dichos alumnos y para los profesores implicados en el proyecto, ya que han podido contribuir a la difusión del importante papel de la química en la sostenibilidad.
- Debido al elevado número de alumnos matriculados en la asignatura “Química” correspondiente al Grado en Ciencias Ambientales (144) y a la financiación concedida al Proyecto, solamente han participado en la elaboración de carteles los alumnos de las asignaturas “Química de Materiales” correspondiente al Grado en Ingeniería Civil y “Química” correspondiente al Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía, donde el número de alumnos matriculados era de 31 y 9, respectivamente. Los alumnos del Grado en Ciencias Ambientales han participado en las actividades de búsquedas bibliográficas sobre problemas medioambientales, discusiones y debates, pero no las han plasmado en forma de carteles.
- La exposición pública de los carteles ha sido publicitada en la página web de la Escuela Politécnica Superior de Ávila (<http://politecnicavila.usal.es/noticias/index.php?num=6>)



Como anexo de este informe se incluyen los carteles elaborados por los alumnos, así como uno elaborado por los profesores que tienen los siguientes títulos:

- Exposición de trabajos presentados por los alumnos.
- Sostenibilidad: optimización del uso del agua en edificios.
- Energía nuclear: sus límites y sustitutos.
- Energía solar: térmica y fotovoltaica.
- Física nuclear. ¿Puede la energía nuclear ser sostenible?

- Materiales utilizados en la obtención de energías renovables (energía solar térmica, energía solar fotovoltaica, energía eólica).
- Gestión de residuos de construcción y demolición para reducir la contaminación ambiental.
- Reacciones redox: investigación en pilas y baterías.
- Alternativas tecnológicas limpias a la minería de oro con cianuro.
- Obtención de energía a partir de residuos urbanos.



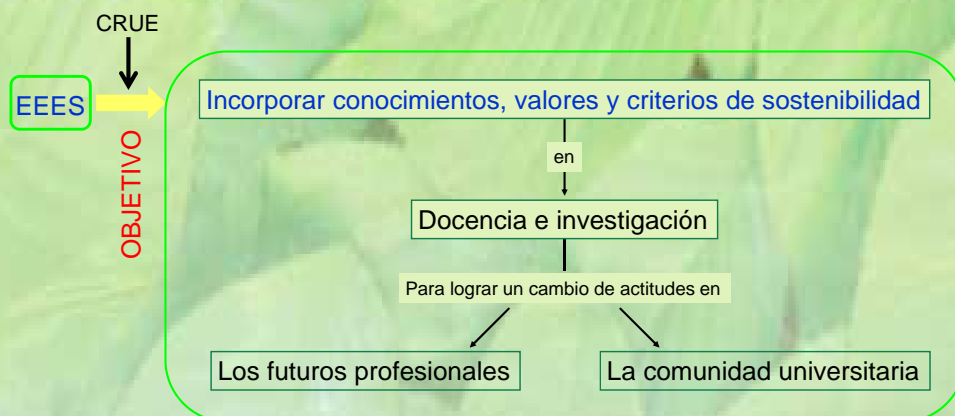
## EXPOSICIÓN DE TRABAJOS PRESENTADOS POR LOS ALUMNOS DE:

1º de Grado en Ingeniería Civil, asignatura Química de Materiales y

1º de Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía, asignatura Química en el marco del Proyecto de Innovación Docente “Ambientalización curricular de asignaturas de química en titulaciones de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Química verde, experimentos a microescala”.

Este **Proyecto de Innovación Docente** continúa una línea de Proyectos financiados para fomentar la Ambientalización Curricular de asignaturas de Química en Ingeniería y Ciencias Ambientales.

La **Ambientalización Curricular** es un proceso continuo de producción cultural tendente a la formación de profesionales comprometidos con la búsqueda permanente de las mejores relaciones posibles entre la sociedad y la naturaleza, atendiendo a los valores de la justicia, la solidaridad y la equidad, aplicando los derechos humanos y el respeto a la diversidad.



**Sostenibilidad:** “Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer/sacrificar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. (Informe Brundtland, Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo, 1987)







VNIVERSIDAD B SALAMANCA  
Campus de Ávila  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

## Sostenibilidad: Optimización del Uso del Agua en Edificios

Gema Carranco Pardo, Marcos García Elcorobarrutia, Álvaro García Jiménez,

Daniel Moreno Jiménez, Melanie Amparo Rodríguez Alcántara.

Química de los Materiales. Grado en Ingeniería Civil.

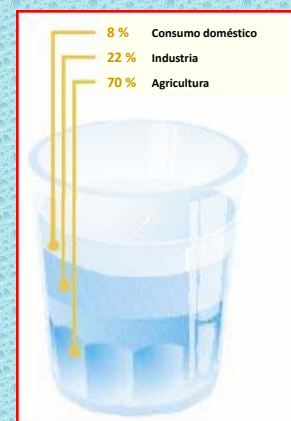
### Estimación del consumo de agua en litros/persona y día



- 10 l. 5% Limpieza
- 20 l. 10% Cocina, limpieza platos y bebida
- 40 l. 20% Colada
- 60 l. 30% Inodoro
- 70 l. 35% Baño/ Ducha

### INTRODUCCIÓN

El agua cubre aproximadamente el 75% de la superficie terrestre; es fundamental para los procesos tanto ambientales como sociales e indispensable para el surgimiento y desarrollo de la vida. En la actualidad estamos alterando los sistemas acuáticos a un ritmo acelerado y nos enfrentamos con gravísimos problemas relacionados con el uso y mantenimiento de este valioso recurso. Si bien la mayor parte del consumo de agua es para usos agrícolas, también hay que considerar los usos industriales y domésticos.



## FORMAS DE AHORRAR AGUA EN EDIFICIOS

### URINARIOS E INODOROS

#### Control por litros en sistemas

Sistema ahorro de agua:

- La descarga se limitará a 7 L
- Posibilidad de detener la descarga
- Doble sistema de descarga para pequeños volúmenes

Ahorro que se puede obtener:

- En torno a un 30%



#### Recirculación y depuración de agua para posterior uso en inodoros

•W+W(Washbasin+Watercloset): Sistema que combina el lavabo con el inodoro, reutilizando las aguas grises del primero, lo que permite un ahorro de un 25%. Además posee la capacidad de limpieza automática que evita el paso de bacterias a la cisterna del váter.



• Eco-urinaros masculinos: Con este urinario se aprovecha el agua utilizada en el lavabo para limpiar el propio urinario



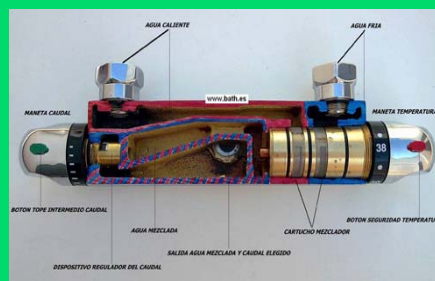
#### Urinarios sin agua



Cada urinario ahorra unos 151.000 litros de agua al año. Además ahorra energía, ya que el agua no necesita ser transportada al urinario o fuera de éste para ser tratada y no contiene productos químicos. Además tiene beneficios higiénicos como: menos bacterias, entorno limpio y sin olor y sin la necesidad de tocarlos.

Este sistema sin agua consta de dos componentes: un urinario y un cartucho. El cartucho está instalado en la base del urinario y contiene un líquido sellador especial. El cartucho actúa como embudo, permitiendo que la orina fluya a través del líquido sellador, que impide el escape de olores, ya que posee una densidad específica inferior a la del agua o la orina, por lo que flota sobre estas. El cartucho filtra los sedimentos y deja que el resto de la orina pase hacia el desagüe.

### GRIFERÍA



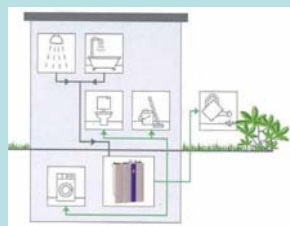
#### Grifos termostáticos

Disponen de dos mandos con diferentes funciones: uno para el caudal y otro para la temperatura. Ahorran porque se consigue la temperatura deseada con mayor rapidez. Un estudio reconoce a la grifería termostática un ahorro de agua de hasta el 16% frente a los grifos mono mando.

### CIRCUITOS PARA AHORRAR AGUA

Circuitos auxiliares de fontanería: + Ahorro, - Consumo

Recirculación y depuración en el interior



Recogida y filtrado en el exterior



Para la posterior reutilización del agua en inodoros, lavadoras, limpieza y riego.

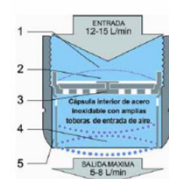
De esta manera se conseguiría un edificio prácticamente autosuficiente.

#### Efecto Venturi



Al pasar un líquido a gran velocidad absorbe aire, las rejillas mezclan el aire con el agua, así se consigue que con menos caudal de agua tengamos un chorro mayor.

#### Efecto Venturi



#### Ahorro y nuevas tecnologías

Gracias a los infrarrojos que se activan por proximidad, podemos ahorrar entre un 70 y 80% en el consumo de agua.

Grifo automático con sensor



Grifo con tecnología táctil



Funciona con un control mediante teclas que le permiten regular tanto el flujo de agua como la temperatura, además de una boquilla de spray regulable.

¿De qué servirían todas estas medidas, si no las aprovechamos y seguimos malgastando?

# AH<sub>2</sub>OORRA





# Energía nuclear: sus límites y sustitutos

Javier Gómez Escobar, Héctor Rodríguez Herráez, Hugo Sánchez Barbero,  
Guillermo San Gil Nieto, Javier Marcos Pizarro.  
Química de Materiales. 1º de Grado en Ingeniería Civil.

## INTRODUCCIÓN

El consumo mundial de electricidad es de unos 15 Teravatios (15.000.000.000.000 W). En la actualidad existen 440 reactores nucleares comerciales en uso en todo el mundo que, aunque ayudan a minimizar el consumo de combustibles fósiles, no puede abastecer la demanda de energética a nivel mundial (la capacidad de oferta mundial de la energía nuclear es sólo de 0,375 Teravatios) .

## LÍMITES

Para satisfacer la demanda de 15 TW utilizando sólo energía nuclear, se necesitarían alrededor de 15.000 reactores nucleares. Para ello habría que buscar una solución a los grandes problemas que acarrearía la búsqueda de ubicaciones adecuadas, la vida útil de los reactores, el tema candente de los residuos, los posibles accidentes, los peligros de filtración de conocimientos para fabricar armas nucleares, el consumo de uranio que necesitarían las centrales y los materiales con los que se construyen los recipientes de contención.



### Consumo de Uranio

Al ritmo actual de consumo el uranio viable puede tener una duración de 80 años. Para satisfacer un consumo energético de hasta 15 TW, el suministro de uranio viable tendría una duración de menos de 5 años.

### Consumo de otros metales

El recipiente de contención nuclear está hecho de una variedad de metales raros y “exóticos” que controlan y contienen la reacción nuclear. El hafnio se utiliza como amortiguador de neutrones, el berilio como un reflector de neutrones, para el revestimiento se utilizan circonio, niobio y aleaciones de acero que posibilitan una duración de 40 a 60 años. La extracción de estos metales plantea cuestiones de costes, así como de sostenibilidad e impacto ambiental. Además, estos metales tienen muchos usos industriales que compiten con la utilización en centrales nucleares. Por ejemplo, el hafnio y el berilio se utilizan en los circuitos integrados y en la industria de semiconductores. Si un reactor nuclear se construye todos los días, la oferta mundial de estos metales, necesarios para construir estructuras de contención nuclear, disminuiría rápidamente y crearía una crisis de recursos minerales.

## SUSTITUTOS

**Como en casi todo, volvemos a encontrar en la naturaleza la solución más óptima, que consigue un rendimiento notable enlazado hacia la sostenibilidad: las energías renovables.**

### ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la energía obtenida directamente del Sol. La energía solar se puede utilizar para producir calor o generar electricidad. Evita muchos de los problemas frente a la tecnología nuclear, como el de ubicación, los residuos generados o la posibilidad de accidentes. Además, se puede alcanzar una totalidad de generación muy superior a los 15 TW. El principal problema de este tipo de energía es la intermitencia que ofrecen los días nublados y las noches, por lo que habrá que investigar soluciones de almacenamiento.

### ENERGÍA EÓLICA

En la utilización de la energía eólica, también intermitente, la gran clave es también la búsqueda de materiales más eficientes para almacenar energía. Además, se investiga acerca de materiales magnéticos para construir las turbinas y los motores de los aerogeneradores de parques eólicos que mejoren la eficiencia de esos motores. En definitiva se busca producir la máxima cantidad de energía utilizando turbinas más pequeñas, ligeras y menos voluminosas para que disminuya el impacto ambiental y haga menos costoso el mantenimiento.

La tecnología ya permite construir ese tipo de turbinas eólicas con materiales magnéticos un 40% más eficientes que los habituales. El problema es que para sintetizar ese tipo de materiales magnéticos es imprescindible emplear las conocidas como «tierras raras», un tipo de elementos muy escasos en la naturaleza, cuya producción mundial está en China. En la actualidad se están desarrollando nuevos materiales artificiales, que no existen en la naturaleza, pero que se fabrican a partir de elementos que sí están en la naturaleza, y que permiten sustituir las tierras raras.

# ENERGÍA SOLAR : TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA

Yasmina Nouman, Carolina Lopato Ricorico  
Química de Materiales. 1º de Grado en Ingeniería Civil.

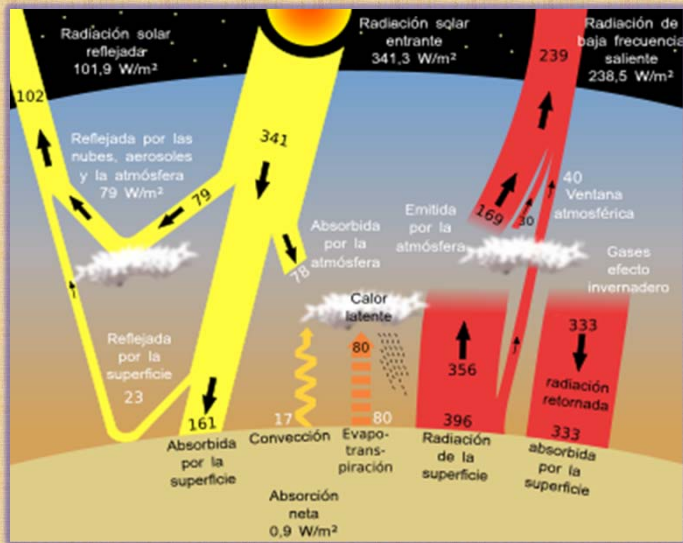
## INTRODUCCIÓN

El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la Historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir.

La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce a través de la absorción de la radiación, por ejemplo en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es una de las llamadas energías renovables, conocidas también como energía limpia o energía verde.

### Diagrama del flujo de energía que llega a la Tierra



### Energía Solar

#### Tipos de aprovechamiento

##### Manera Directa

Mediante:  
- Captadores  
- Colectores

#### Energía Solar Térmica

##### Transformándola en Electricidad

Mediante:  
- Paneles fotovoltaicos

#### Energía Solar Fotovoltaica

Estos dos tipos de energía solar tienen procesos de desarrollo muy diferentes, tanto en lo que se refiere a la tecnología empleada como en lo relativo a su aplicación posterior.

### Energía Solar Térmica

La E.S.T. aprovecha directamente la energía emitida por el sol. Su calor es recogido en colectores líquidos o de gas que son expuestos a la radiación solar absorbiendo su calor y transmitiéndolo al fluido utilizado.

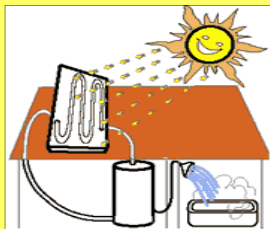
Este calor acumulado se puede utilizar directamente o puede ser empleado para la generación de electricidad; esta diferencia en el proceso nos permite distinguir entre dos tipos:

#### Energía Solar Térmica Pasiva

La E.S.T.P. nos permite producir energía sin necesidad de utilizar ningún medio mecánico. Es un proceso totalmente natural, el sol se emplea para el calentamiento del agua circulante por conductos o placas.

##### Aplicaciones:

- ✓ Calefacción
- ✓ Agua Caliente Sanitaria
- ✓ Refrigeración
- ✓ Climatización piscinas, etc.



#### Energía Solar Térmica Activa

La E.S.T.A. obtiene electricidad a partir de una serie de tecnologías que permiten la transformación del calor, por ejemplo vapor que mueve una turbina.

El funcionamiento consiste en concentrar la luz solar mediante espejos (heliostatos), cilindros o discos parabólicos para alcanzar altas temperaturas (más de 400 °C).

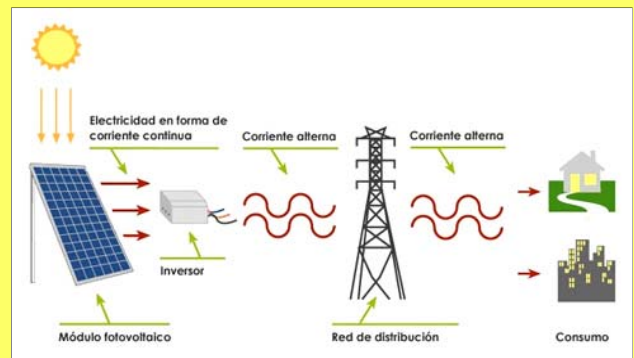


### Energía Solar Fotovoltaica

La E.S.F. se basa en el efecto fotovoltaico, que transforma la energía solar en energía eléctrica por medio de células solares. Esta transformación se produce sin mecanismos móviles, sin ciclos termodinámicos y sin reacciones químicas.

Las células solares están elaboradas a base de silicio puro, material cristalino semiconductor. Dispositivos sólidos excitables al recibir la luz solar y que son capaces de generar pequeñas cantidades de electricidad debido al flujo de electrones del interior de los materiales y la diferencia de potencial.

Se investiga en nuevos materiales que aumenten el rendimiento y además resulten más económicos que el silicio cristalino. Algunos de estos materiales son el arseniuro de galio, el telururo de cadmio y un material compuesto por cobre, indio, galio y selenio, llamado CIGS.



### CONCLUSIÓN:

Como hemos visto la energía solar es una fuente inagotable, limpia y gratuita. Su transformación en calor o electricidad se puede llevar a término en el mismo lugar de consumo.

Como inconvenientes tenemos su impacto visual y la difícil obtención y purificación del silicio.





# FÍSICA NUCLEAR. ¿PUEDE LA ENERGÍA NUCLEAR SER SOSTENIBLE?

Germán García Tejedor, Héctor Hernández ,Carlos Ortega Sánchez, Rubén Muñoz Sánchez.

Química de Materiales. 1º de Grado en Ingeniería Civil

La física nuclear es una rama de la física que estudia las propiedades y el comportamiento de los núcleos atómicos. La física nuclear es conocida mayoritariamente por la sociedad por el aprovechamiento de la energía nuclear en centrales nucleares y en medicina nuclear, pero también en el desarrollo de armas nucleares. El sistema más usado para generar energía nuclear utiliza el uranio como combustible.

En la naturaleza, el isótopo de uranio más abundante es el uranio-238 y no sufre fisión. El isótopo fisionable, uranio-235 se encuentra en muy baja proporción, 0.7 %. En los reactores de agua ligera a presión (el reactor más común) el uranio-235 ha de llegar a niveles del 3-4.5% mínimo, por lo que se utiliza uranio enriquecido. La tecnología empleada inicialmente fue la de difusión gaseosa a través de barreras porosas; en la actualidad se está sustituyendo por la de centrifugación gaseosa. Un sistema alternativo prometedor es el enriquecimiento isotópico con láser mediante la excitación selectiva de los isótopos.



La fisión ocurre cuando un núcleo pesado se divide en dos o más núcleos pequeños, además de algunos subproductos como neutrones libres, fotones (generalmente rayos gamma) y otros fragmentos del núcleo como partículas alfa (núcleos de helio) y beta (electrones y positrones de alta energía).



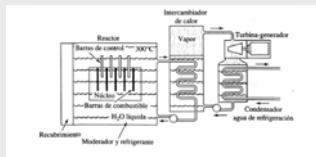
En física nuclear, fusión nuclear es el proceso por el cual varios núcleos atómicos de carga similar se unen y forman un núcleo más pesado. Simultáneamente se libera o absorbe una cantidad enorme de energía, que permite a la materia entrar en un estado plasmático.



## Reactores de agua a presión

El refrigerante es agua a gran presión. El moderador puede ser agua o bien grafito. El reactor se basa en el principio de que el agua sometida a grandes presiones puede evaporarse sin llegar al punto de ebullición. El vapor pasa a un intercambiador de calor donde se genera el vapor que alimenta a la turbina.

En los reactores de agua pesada el moderador y el refrigerante es agua deuterada ( $\text{D}_2\text{O}$ ) que, si bien disminuye menos la velocidad de los neutrones de fisión por ser más pesados los átomos, presenta la ventaja de que absorbe menos neutrones que el  $\text{H}_2\text{O}$ .



## Reprocesado

Las barras de uranio-235 de un reactor de agua ligera no se pueden agotar, ya que se van acumulando en ellas productos de fisión que absorben neutrones y ralentizan la secuencia de reacciones. Después de 1 año deben reemplazarse por otras nuevas.

El combustible sustituido se puede reprocesar para extraer químicamente el uranio-235 que todavía permanece y se puede aprovechar para conformar nuevas barras.

Por otro lado, incluso en los reactores de agua ligera, una pequeña proporción de plutonio-239 se va generando por el bombardeo con los neutrones lentos (máxima probabilidad de formación para neutrones rápidos, pero todavía una pequeña probabilidad de formación para neutrones lentos). Este plutonio-239 puede ser también reprocesado y extraído para el empleo en reactores de regeneración. Sin embargo, si no es el caso, que es lo habitual, ya que estos reactores están en fase de desarrollo y existen muy pocos, existe el riesgo de su utilización secundaria en la fabricación de bombas nucleares de fisión (ya que es un isótopo también fisionable, al igual que el uranio-235).

Debido a los riesgos de manipulación de todo este material radiactivo en EEUU no operan plantas de reprocesado. Si existen en Francia e Inglaterra donde tratan, además, combustibles gastados de otros países. Rusia y Japón también reprocesan en menor cantidad combustible gastado.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

### VENTAJAS:

- Como combustible para la fisión nuclear se usan barras de uranio.
- Se pueden obtener grandes cantidades de energía con una pequeña cantidad de uranio, es decir, la energía nuclear es barata.
- No produce humo ni dióxido de carbono, ni favorece el efecto invernadero; en consecuencia, resulta útil como sustituto de los combustibles fósiles.

### DESVENTAJAS

- La energía nuclear no es renovable. Los recursos de uranio son finitos, y cuando se terminen las reservas no se podrá usar más este tipo de energía. Pero, de momento, estas reservas son grandes.
- Las centrales nucleares actuales son muy fiables, pero se deben destinar importantes cantidades de dinero para garantizar su seguridad. Y si, por cualquier motivo, sucediese algo, el accidente nuclear sería un desastre incommensurable.

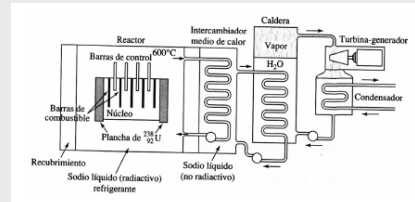


Explosión en la central japonesa de Fukushima

• El principal problema de las centrales nucleares lo constituyen los residuos radiactivos. Hay desarrolladas técnicas que permiten recuperar más energía del uranio utilizado, con lo que cada vez se genera menos basura nuclear. Pero ese poquito que generan es extraordinariamente peligroso, dado que para que se reduzca la radiactividad que emite la basura radiactiva se requiere mucho tiempo. En los últimos años se ha reactivado el debate sobre la energía nuclear. De hecho, comparado con el impulso que recibió durante la década de los 70, hoy en día es la fuente de energía que menos crece. Pero siendo como es la energía que puede sustituir a los combustibles fósiles de manera masiva y barata, se oyen cada vez más fuertes, procedentes de los más diversos ámbitos, las voces que claman por impulsar nuevamente la energía nuclear.

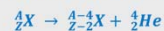
## Reactores de regeneración

La característica fundamental de estos reactores es que producen más combustible del que consumen, fomentando la absorción de los neutrones sobrantes mediante un material fértil. Emplean como material fértil uranio 238 que, al absorber neutrones en el reactor, se convierte en un nuevo material fisionable, el plutonio 239. Para maximizar la producción de plutonio, la velocidad de los neutrones que causan la fisión debe mantenerse alta, por lo que se elimina el moderador ( $\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{D}_2\text{O}$ ) y se emplea como refrigerante un metal fundido, como el sodio líquido, que en las colisiones atenúan muy poco la velocidad de los neutrones.



## REACCIONES QUÍMICAS DE LA DESINTEGRACIÓN NUCLEAR

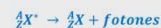
Radiación  $\alpha$  : un núcleo emite una partícula  $\alpha$ , un núcleo de He.



Radiación  $\beta$  : un núcleo emite un electrón generado a partir de un neutrón para dar un protón, un electrón y un neutrino de masa prácticamente nula y carga nula.



Radiación  $\gamma$  : radiación electromagnética (fotones) que acompaña generalmente a las emisiones de partículas  $\alpha$  y  $\beta$ . Son las responsables de la emisión de la energía sobrante para llegar a un estado no excitado. Después de una emisión de radiación  $\gamma$  el núcleo no varía ni su A ni su Z solo pasa de un estado a uno no excitado.



## Residuos nucleares. Impacto ambiental

El almacenamiento de este tipo de residuos en cantidades importantes les convierte en lugares altamente peligrosos, por lo que son objeto de extremas medidas de seguridad. No obstante, a lo largo de la historia se han producido algunos accidentes que han producido fugas radiactivas a la atmósfera. Entre 1948 y 1951, se produjeron fugas en un almacén en la Unión Soviética que provocó un vertido al río Tetcha, lo que provocó la evacuación de más de 7.000 personas. El 29 de septiembre de 1957 la planta rusa de Mayak sufrió la explosión de un contenedor que liberó 2.000.000 de curios, lo que provocó la evacuación de 11.000 personas y la muerte de un número indeterminado, siendo el segundo accidente nuclear más grave de la historia de la URSS tras el accidente de Chernóbil. El biólogo disidente Jaurès Medvedev afirmó en 1978 que este accidente había provocado centenares de muertos, hecho ocultado por el régimen soviético.



# MATERIALES UTILIZADOS EN LA OBTENCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES (ENERGÍA SOLAR TÉRMICA, ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, ENERGÍA EÓLICA)

Álvaro Gutiérrez González, Alberto Rodríguez San Segundo, Juanma Soto Marfull, Diego Jiménez Maisanava.  
Química de Materiales. 1º de Grado en Ingeniería Civil

## INTRODUCCIÓN.

Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el medio ambiente. Frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, las energías renovables son ya una alternativa.

### ENERGÍA SOLAR

**TÉRMICA:** consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir directamente calor o también para la generación de energía eléctrica.



### ENERGÍA SOLAR

**FOTOVOLTAICA:** consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico. Se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores.

**ENERGÍA EÓLICA:** se basa en la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en energía eléctrica mediante los aerogeneradores. De la energía solar que llega a la Tierra, el 2% se convierte en energía eólica.

### COLECTORES

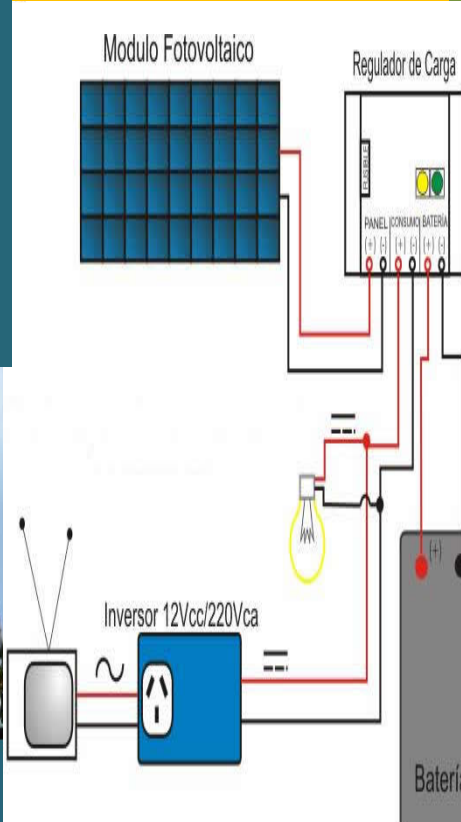
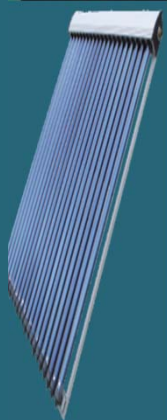
**De capa plana:** El alma del sistema es una verja vertical de tubos metálicos conectados a una placa absorbente que les proporciona el calor que a su vez suministran al líquido que fluye por su interior.



**De tubo de vacío:** los tubos metálicos se sustituyen por tubos de vidrio encapsulados en otro tubo de vidrio, entre los que se hace el vacío como aislamiento. Permite aumentar la temperatura de trabajo y el rendimiento.



**De tubos de vacío con "tubos de calor" por cambio de fase:** el tubo de calor se cierra dentro de otro tubo de vidrio entre los que se hace el vacío para aislar. Aprovecha el cambio de vapor a líquido dentro de cada tubo, para dar energía a un segundo circuito de líquido de transporte.



**Paneles fotovoltaicos:** están formados por un conjunto de celdas constituidas por materiales semiconductores, como silicio cristalino o arseniuro de galio, que captan los fotones de la luz que incide sobre ellos para transformarlos en electricidad.

**Aerogeneradores de eje vertical:** Son aquellos en los que el eje de rotación se encuentra perpendicular al suelo.



**Aerogeneradores de eje horizontal:** el eje de rotación del equipo se encuentra paralelo al suelo. Ésta es la tecnología que se ha impuesto por su eficiencia y fiabilidad y la capacidad de adaptarse a diferentes potencias.



En su fabricación se utilizan distintos materiales como telas (equipos económicos), aleaciones ligeras con silicio o aluminio (de bajo coste), materiales inorgánicos (madera), materiales sintéticos (más resistentes a la corrosión) o materiales compuestos, que han desplazado a los anteriores debido a su mayor resistencia.

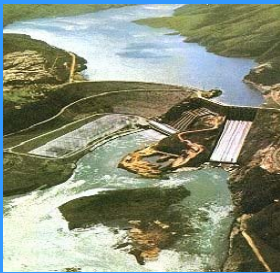




# GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Rafael Albertos, Adrián Casado, Elisa Galán, Javier Sanandrés, Sara Vallejo  
Química de Materiales. 1º de Grado en Ingeniería Civil.

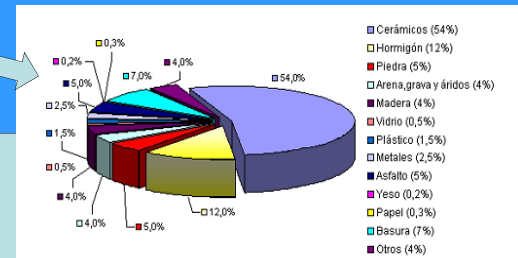
## INTRODUCCIÓN



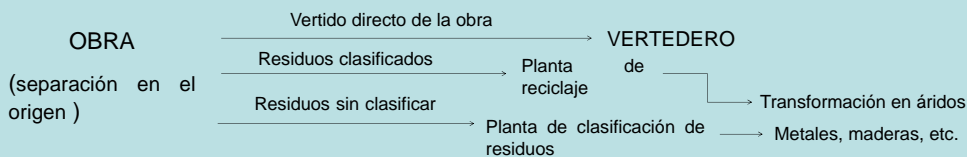
Los residuos procedentes de las actividades de edificación, construcción de obra pública y derribo de construcciones y edificios constituyen uno de los principales flujos de residuos en los países desarrollados y uno de los mayores problemas debido a su volumen y a su importante impacto ecológico y paisajístico.

Los principales residuos que se generan en un proyecto de construcción son:

- Hormigón y escombros limpios
- Ladrillos, tejas, cerámicos
- Metales
- Vidrio
- Madera
- Plásticos



## ESQUEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



## CONTAMINACIÓN DEL MEDIO

El vertido incontrolado de residuos perjudica el paisaje, suelos y acuíferos por la filtración del agua de lluvia.

De este impacto surge la necesidad en las empresas constructoras de incorporar nuevas tendencias en la gestión de residuos, con un mayor respeto al Medio Ambiente, optimización de recursos y materiales y el requerimiento de establecer mecanismos adecuados a la normativa existente para esta materia.

Los principales efectos ambientales producidos por una mala gestión de los residuos son:

- Contaminación de las aguas superficiales/subterráneas
- Contaminación de los sedimentos de los ríos
- Emisión de contaminantes a la atmósfera
- Contaminación del suelo



Los residuos de la construcción proceden fundamentalmente del material sobrante de las obras, y del material que se ha dañado durante los trabajos.

Los residuos del derribo de edificios y construcciones de obra civil pueden ser nocivos para la salud y contaminantes del medio ambiente.

El alto volumen de estos residuos supone el principal impacto ambiental generado en el sector de la construcción.

La reutilización más extendida de este tipo de residuos es la elaboración de áridos que se pueden utilizar como componente de hormigones y, sobre todo, como base para carreteras, rellenos de terrenos en general y de canteras abandonadas.

**El reciclaje controlado y la reutilización de estos residuos es un objetivo fundamental para alcanzar la sostenibilidad**

En España, en el **REAL DECRETO 105/2008** de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición se estipula en el **Artículo 4: Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición**, que el proyecto de ejecución de la obra debe incluir:

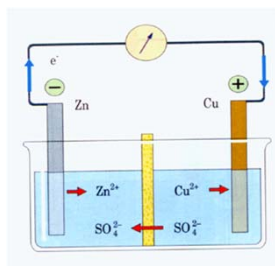
- 1º Una estimación de la cantidad, en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
- 2º Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- 3º Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- 4º Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- 5º Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

**La gestión sostenible de los residuos constituye un objetivo prioritario en todo el mundo**

# Reacciones Redox:

## Investigación en pilas y baterías

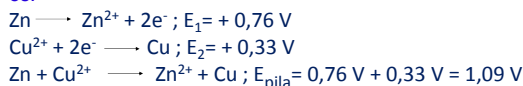
Álvaro Jiménez Moreno, Adrián García Molinero, Luis Manuel Ballén García.  
Química. 1º de Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía



Esquema del funcionamiento de una pila (reacción redox)

### INTRODUCCIÓN

Las reacciones redox se basan en la reducción (captación de electrones) de una especie química y la oxidación (pérdida de electrones) de otra. Este tipo de reacciones químicas están presentes en la vida cotidiana, en acumuladores y generadores eléctricos, corrosión de metales, etc. Solamente interesan aquellas que nos proporcionen energía, y no supongan un problema (como la corrosión). La primera pila fue creada por Volta, la ecuación química para esta pila es:

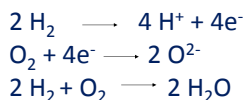


Partes y componentes de una pila seca

## Investigación en pilas, baterías y acumuladores

### - Pilas de combustible: Pila de hidrógeno:

La primera pila de combustible, y la más conocida de este tipo de pilas, es alimentada por hidrógeno y oxígeno gaseosos. Uno de los electrodos es alimentado con el gas hidrógeno y el otro con el oxígeno. En el electrodo negativo las moléculas de hidrógeno se reducen a iones  $\text{H}^+$ , suministrando electrones. En el electrodo positivo las moléculas de oxígeno capturan los electrones y se combinan con los protones para formar agua. La corriente eléctrica se mantiene mientras los electrodos estén conectados exteriormente y se produzca el aporte de oxígeno e hidrógeno. Este tipo de pilas son ideales para el suministro de energía en estaciones espaciales o submarinas, por ejemplo, donde no es fácil el montaje de equipos generadores de tipo convencional. La principal desventaja que tienen este tipo de pilas es el elevado coste económico en su producción, la necesidad de fuente de oxígeno e hidrógeno puros, por lo que no se puede tomar directamente del aire, y se recurre a su obtención industrial, también costosa.



### - Aplicación de baterías: acumulación de energía eólica

La energía eólica tiene enormes ventajas, pero aún arrastra algunos inconvenientes que no se pueden obviar y que están ligados a la imprevisibilidad del viento, que en ocasiones sopla con mucha fuerza cuando menos se consume y en cambio hay veces que sucede justamente lo contrario.

En este sentido, varias empresas energéticas han comenzado a probar unas enormes baterías de sodio-azufre que pueden almacenar hasta 7 MWh y devolverlos a la red cuando sean requeridos para tener así un flujo de energía constante.

Aunque la tecnología se encuentra todavía en una fase de desarrollo temprana, un complejo compuesto por 20 de estas baterías podría ofrecer la energía suficiente como para abastecer a 500 hogares estadounidenses durante 7 horas.



Baterías en una central eólica



Batería

### -Baterías en coches eléctricos:

Otra tecnología que ha sido muy empleada para todo tipo de aplicaciones industriales ha sido la de níquel-cadmio (Ni-Cd). Sin embargo, el cadmio es un metal pesado muy tóxico, por lo que este tipo de acumuladores han sido desplazados por los de níquel-hidruro metálico (Ni-MH), que son los que llevan algunos coches híbridos. Estas baterías pueden acumular el doble de energía por cada kilo de peso que las de plomo ácido, pero sus prestaciones no son suficientes para una verdadera expansión del coche eléctrico.

Los últimos modelos de coches eléctricos que funcionan con baterías de litio, tiene el defecto de necesitar una cantidad aproximada de unos 13 kilos de sales de litio por cada coche. Aunque son baterías relativamente potentes y de larga duración, aún no es suficiente para el funcionamiento de automóviles para viajes largos.

Este tipo de baterías tienen mucho que mejorar aún. En los últimos años, se están abriendo numerosas líneas de investigación y se puede avanzar mucho con la nanotecnología y nuevos materiales. Además, todavía se puede optimizar mucho el proceso de producción. Se cree que se puede aumentar la densidad de las baterías de litio a 200 Wh/kg, lo que reduciría su tamaño para obtener la misma energía.



Batería de un coche eléctrico

Material	Voltaje medio
$\text{LiCoO}_2$	3.7 V
$\text{LiMnO}_2$	4.0 V
$\text{LiFePO}_4$	3.3 V
$\text{Li}_2\text{FePO}_4\text{F}$	3.6 V

Tipos de baterías de Litio



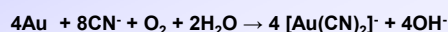
# ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS LIMPIAS A LA MINERÍA DE ORO CON CIANURO

Octavio Lázaro González, Alfonso Hernández Urrutia  
Química. 1º de Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía

## MINERÍA DE ORO CON CIANURO

El cianuro es un compuesto muy tóxico porque se une casi de manera irreversible con los iones Fe(III) y Cu(II) de una enzima que bloquea la cadena respiratoria. Los iones cianuro se han utilizado intensamente para extraer el oro y la plata cuando se encuentran en cantidades pequeñas en menas de otro metal. En algunos derrames y accidentes ha provocado graves daños ecológicos.

Para extraer el oro las menas pulverizadas se tratan con una disolución acuosa de cianuro en presencia de aire para disolver el oro mediante la formación de un ion complejo:  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ . La reacción química es de la siguiente manera:



El ion complejo de oro con cianuro (acompañado por un catión como el  $\text{Na}^+$ ) se separa de los materiales insolubles por filtración y se trata con un metal electropositivo, como el zinc, para recuperar el oro:



Mina de oro a cielo abierto  
utilizando lixiviación con cianuro



## ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS LIMPIAS

### La lixiviación de oro con tiourea electro-oxidada

#### Características generales

Tiene mayores ventajas que el cianuro sobre todo en minerales refractarios. Es el lixivante alternativo que mayor atención ha recibido por parte de los investigadores interesados en la lixiviación de oro y plata. Este interés se debe sobre todo a dos factores:

La tiourea:  $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ , es mucho menos tóxica que el cianuro.

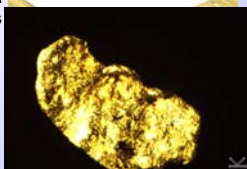
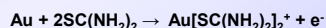
Ofrece altas tasas iniciales de disolución.

Las principales características inherentes del proceso son:

- Operación en medio ácido, pH entre 1.5 y 3.0
- Posibilidad de usar varios agentes oxidantes, entre ellos el  $\text{Fe}^{3+}$ .

La disolución de oro involucra la formación de un complejo catiónico a diferencia de la cianuración que es un complejo aniónico.

La reacción global de disolución para la formación del complejo catiónico está representada por:



#### Control

Requiere un control riguroso de ciertos parámetros de operación como el potencial electroquímico y el pH para evitar un excesivo consumo de tiourea lo que podría inviabilizar económicamente el proceso.

La solución planteada a este problema es la aplicación de la electroquímica para oxidar controladamente a la tiourea, que se recupera para un nuevo ciclo. Esto se logra fijando un voltaje determinado en un reactor electroquímico, el cual ha sido diseñado por investigadores de la UAM (Universidad Autónoma Metropolitana de México). Gracias a este reactor se ha conseguido a nivel de laboratorio un consumo global de tan solo 1,8 kg de tiourea por TM de mineral, mientras que con agentes químicos se han reportado consumos de tiourea por encima de los 5 kg / TM mineral.

### La tecnología de Sistema ECO-100 en Operaciones Aluviales

Esta máquina funciona con agua, que con la presión del aire forma burbujas que son las que impulsan el oro hacia la superficie, el minero sólo debe estar agregando agua a la máquina, la arena la va separando y depositándola en otro sitio.

La presión del aire sobre el agua, impulsado por un motor a gasolina, más un aditivo ecológico compuesto por: alcohol + fosfato, producen el mismo efecto que el mercurio, separando el oro de la arena, pero sin contaminar el medio ambiente.

Recupera el 95% del oro presente en la arenilla negra y no necesita mercurio ni cianuro en ninguna etapa de la recuperación del mineral.

Recircula el 90% del agua de proceso, consume sólo 0,8 litros de gasolina por ciclo productivo y tiene alta resistencia a la abrasión y corrosión.

## Conclusión

•La investigación de métodos ecológicos para la extracción de metales pesados como es oro va a tener un gran interés por parte de la industria minera, debido a la creciente concienciación e importancia de la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

•La posibilidad de la utilización no industrial del ECO-100 y su aplicación en pequeñas explotaciones puede suponer una alternativa a los métodos tradicionales contaminantes, aumentando la calidad de vida de los pequeños y medianos mineros.



Ingeniero Villachica, presidente de la empresa peruana que ha desarrollado el prototipo ECO-100





# OBTENCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS URBANOS

Sergio Manzano Sánchez, Gonzalo Segura Suárez y Juan Ignacio Gallego Torrego

Química. 1º de Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía

## INTRODUCCIÓN



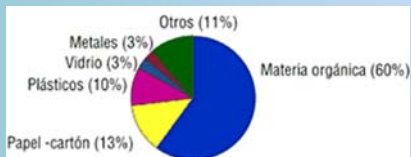
En la actualidad se van vislumbrando varios problemas en torno a la sostenibilidad de nuestra sociedad, como la cantidad desmedida de los residuos que producimos. Este problema empieza a tomar cuerpo a partir del siglo XX con la explosión demográfica y la cultura del usar y tirar que provocará un gravísimo impacto en el medio ambiente. Para hacer frente a este problema se han planteado una serie de soluciones siendo muy interesante la obtención de energía a partir de residuos.



Se entiende por residuo cualquier producto en estado sólido, líquido o gaseoso procedente de un proceso de extracción, transformación o utilización, que carece de valor.

## TIPOS DE RESIDUOS

**Los residuos sólidos urbanos (RSU)** se definen como los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios en estado sólido, quedando exentos los residuos que sean de carácter peligroso. Dentro de este grupo abundan los materiales orgánicos aunque no hay que olvidar los residuos metálicos, el vidrio, los plásticos o el papel.



**Los residuos líquidos urbanos** son aquellos que son vertidos a las aguas directamente o indirectamente, esto quiere decir que los residuos se filtran y son transportados por las aguas subterráneas hasta los ríos u océanos. Un ejemplo son las aguas residuales, los residuos agrícolas, como pesticidas y fertilizantes; o los industriales como aceites usados.

**Los residuos gaseosos** son los desprendidos por las fábricas y vehículos, que como ya es sabido, crean el efecto invernadero.



## OBTENCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS URBANOS: BIOGÁS

Los residuos orgánicos, como pueden ser las basuras, las aguas fecales o los excrementos que se generan, son vistos en general como un problema del que hay que desprenderse. Los únicos residuos que son rentables en la obtención de energía son los residuos orgánicos a partir de los cuales obtendremos biogás como fuente de energía. Destacamos dos procesos de obtener biogás que son el relleno sanitario y la depuración de aguas residuales.

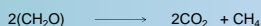
### RELLENOS SANITARIOS

Una de las formas más eficientes y económicas de procesar la basura lo representan los rellenos sanitarios. Un relleno sanitario tiene como función principal permitir la degradación de la materia orgánica, transformando estos en líquidos o también llamados lixiviados y gases (biogás). El relleno está formado por unos suelos de materiales sintéticos de baja permeabilidad para evitar la llegada de lixiviados a acuíferos profundos además de un sistema de drenaje en el fondo para conducir los lixiviados a un lugar de almacenamiento.

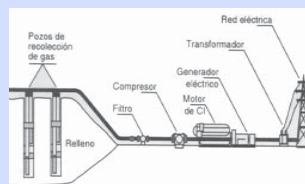
Diversos estudios sobre descomposición concuerdan en que los principales gases presentes en un relleno sanitario son el hidrógeno ( $H_2$ ), oxígeno ( $O_2$ ), nitrógeno ( $N_2$ ), metano ( $CH_4$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) y amoníaco ( $NH_3$ ). La compactación es un parámetro importante en la cantidad y composición de gases producidos; a mayor compactación se obtiene más gas. Diversos autores proponen el modelo de la descomposición de la celulosa para la modelación de la descomposición de la basura. Según este modelo, en la primera fase aerobia se produce, entre otras, la siguiente reacción catalizada por microorganismos aerobios:



Según el modelo, la descomposición por microorganismos anaerobios se presenta por la reacción:



Para satisfacer la demanda de energía se estudian las condiciones óptimas para la producción de gas metano. Los rellenos sanitarios operados bajo estas condiciones reciben el nombre de rellenos controlados.



TRATAMIENTO DE BIOGÁS

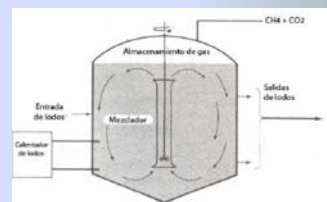


RELLENO SANITARIO

## DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El **tratamiento de aguas residuales** consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o lodo, convenientes para su disposición o reúso. La técnica de obtención de energía a partir del lodo más económica es la digestión anaerobia. El proceso transcurre en un tanque cerrado en ausencia de oxígeno donde el lodo se convierte en metano (65%), dióxido de carbono (30%), y pequeñas cantidades de nitrógeno, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y otros gases.

La digestión anaerobia se ve representada en la siguiente reacción:



TANQUE DE TRATAMIENTO DE LODOS

## CONCLUSIONES

Cada español produce de media unos 459 kg de residuos domésticos al año, lo que supone unos 20.600 millones de kg, de las que un 30% son residuos sólidos orgánicos. Puesto que tenemos que ser responsables podemos aprovechar estos residuos para obtener energía limpia para aliviar la contaminación de nuestro planeta y también encontrar una solución al futuro problema de las energías fósiles.